

# LA COLABORACIÓN CIENTÍFICOS-PROFESORES-ESTUDIANTES (STSPS) PARA MEJORAR LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA. LOS CONTENIDOS PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES EN LAS LEYES EDUCATIVAS EN ESPAÑA

Francisco Javier Pérez Cáceres

*Instituto de Educación Secundaria "Jardines de Puerta Oscura", Málaga. Spain*

José Miguel Vilchez González, Francisco González García

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada, Granada. Spain*

**RESUMEN:** En este trabajo se presenta un estudio sobre la presencia de contenidos procedimentales y actitudinales en las diferentes leyes de educación en España (1970-2014). A la vez, se argumenta la importancia del establecimiento de colaboraciones entre científicos, profesores y estudiantes (STSPs) que permitan al alumnado adentrarse en el significado de la investigación científica. Se aprecia que a lo largo de la historia las diferentes leyes educativas son deficitarias en la incorporación de contenidos procedimentales, y especialmente actitudinales, en los currículos de materias científicas. Además, se presenta un ejemplo de STSP que parece ser muy efectivo para desarrollar la alfabetización científica en estudiantes de 3º y 4º ESO, y de 1º de Bachillerato: ScienceIES.

**PALABRAS CLAVE:** contenidos procedimentales y actitudinales; competencia científica; colaboraciones STSPs; ScienceIES.

**OBJETIVOS:** 1) Comprobar la atención prestada a los contenidos procedimentales y actitudinales, imprescindibles para el desarrollo de la competencia científica, en los marcos legislativos españoles. 2) Identificar y caracterizar iniciativas a nivel internacional que fomenten el desarrollo de la competencia científica.

## MARCO TEÓRICO

Enseñar y aprender no están conectados por naturaleza. La enseñanza no produce aprendizaje de forma intrínseca, sino que crea un contexto en el que el aprendizaje puede tener lugar. En este sentido, conseguir que el alumnado de Educación Secundaria aprenda ciencias de una manera efectiva, motivadora y duradera en el tiempo no parece ser tarea fácil. Cada año son menos los alumnos que muestran interés por estas disciplinas. ¿Qué podemos hacer los profesionales de la educación para mejorar la

situación actual? Ya existen informes como el Rocard (2007), Nuffiel (2008) o COSCE-Enciende (2011), que parecen indicar algunas claves para conseguir esa mejora.

La educación en sí misma no tiene aspiraciones o metas. Según Dewey (1916), solo las personas, los estudiantes, los padres, los profesores, etc. tienen aspiraciones, y no una idea abstracta como es la educación. Consecuentemente, sus propósitos son indefinidamente variados, diferenciados para diferentes niños, cambiantes al tiempo que crecen e influidos por las experiencias del que les enseña.

Además, existen reconocidas teorías educativas, que recomiendan determinados procesos y dimensiones para mejorar el aprendizaje. Entre ellas podemos destacar: “Democracy and education”, de John Dewey (1916); “Communities of Practice”, del americano Etienne Wenger (1998); “Learning to be a person in society: learning to be me”, del británico Peter Jarvis (2006), actualmente una de las figuras más conocidas internacionalmente en investigación sobre el aprendizaje; “Contemporary Theories of Learning”, del reputado escandinavo Knud Illeris (2007), por sus trabajos innovadores sobre teoría y práctica. Estas teorías parecen contener muchas de las claves que permiten crear ambientes de aprendizaje en los que se pueden conseguir los logros educativos que nos cuestionamos en este estudio.

Evolución de los currículos de materias científicas en España: contenidos procedimentales y actitudinales en la competencia científica.

Siglos atrás la Ciencia, fue introducida en las pocas escuelas que existían a mediados del siglo XVIII. Posteriormente, en el siglo XIX, Thomas Huxley en Inglaterra, John Dewey en los Estados Unidos, Ernst Mach en Alemania, y Condorcet en Francia fueron algunos de los defensores de una enseñanza de la Ciencia a nivel popular (Matthews, 2015). Pasaron los años y tras múltiples debates sobre si la teoría o la práctica eran las mejores formas para que los estudiantes aprendieran los principios de la ciencia, todavía hoy persiste este dilema a la hora de estructurar los currículos de materias científicas.

Otra argumentación crítica es la de Biesta (2009), quien afirma que en la actualidad existe mucha discusión sobre los procesos educativos y su mejora, pero poca en torno a lo que esos procesos supuestamente van a dar lugar, o el impacto que ocasionarán en el tipo de educación que queremos para nuestras democracias. En definitiva, lo que está desapareciendo del horizonte educativo es el reconocimiento de que también importa qué aprenden, cómo aprenden y para qué aprenden los estudiantes.

No cabe duda que los contenidos procedimentales y actitudinales son muy importantes para conseguir una enseñanza de las ciencias que participe en la alfabetización científica. Más concretamente, de Pro (2013) clasifica los contenidos procedimentales y actitudinales científicos en cuatro categorías. En el presente trabajo se aborda un análisis de la evolución de los tipos de contenidos en las materias científicas de la legislación española. Este conjunto de documentos constituye, pues el marco legislativo de nuestro estudio, que se centra en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (estudiantes de 16 años) y en el primer curso de Bachillerato (17 años).

Las colaboraciones estudiantes-profesores-científicos para la enseñanza de las Ciencias.

Para enseñar a un joven a tocar un instrumento musical se le suele animar a tocar uno real, incluso a ir a un concierto a escucharlo y ver como lo hace sonar un profesional. Sin embargo, para enseñar ciencia se viene utilizando, de forma tradicional, solo una pizarra, un libro, un vídeo, y con suerte, el laboratorio del centro educativo (sin apenas medios, en muchos casos) para que observe algún montaje experimental, pocas veces encuadrado en un experimento. En pocas ocasiones se sale del centro educativo para visitar, por ejemplo, un laboratorio de investigación científica, en el que el alumnado trabaje tutelado por un científico profesional.

Es fundamental crear ambientes motivadores, materiales adecuados e interacciones sociales nuevas, que permitan a los estudiantes familiarizarse con los procedimientos que caracterizan el trabajo científico, como pueden ser los contextos de experimentación, de tal forma, que el profesorado innova en objetivos de aprendizaje inherentes a las ciencias (Bybee, 2006; Jiménez-Aleixandre, 2012; NRC, 2013).

Incluir colaboraciones entre científicos-profesores-estudiantes (STSPs) en la educación científica es una estrategia para que los estudiantes se involucren en el proceso investigador, obteniendo una perspectiva de la ciencia, como esfuerzo creativo, en lugar de una colección rígida de ideas teóricas (McLaughlin et al., 2015). De ahí que, en la parte final de este trabajo se proceda a una búsqueda de proyectos, nacionales e internacionales, que fomenten estas colaboraciones con las que además de aprender ciencia se aprende acerca de la misma.

## **METODOLOGÍA**

### **Muestra**

El análisis de la presencia de contenidos procedimentales y actitudinales se ha centrado en las leyes educativas que se han sucedido en España en las últimas décadas. En particular, los documentos utilizados han sido: LOMCE (2014), LOE (2006), LOCE (2002), LOGSE (1990), y Ley General de Educación (1970)

Por su parte, para las iniciativas que fomentan el desarrollo de la competencia científica se han localizado diferentes proyectos educativos internacional que pudieran tener relación con las STSPs y comprendan franjas de edad de estudiantes de ESO y Bachillerato. Se presenta un listado de proyectos cuyas fuentes de referencia han sido: Innovaciones Educativas TOP100 de Fundación Telefónica, STEM European Week y webs oficiales de diferentes Consejerías de Educación.

### **Instrumento de análisis**

Para el análisis de la presencia de contenidos procedimentales y actitudinales en los currículos de las disciplinas científicas de la normativa española se ha utilizado un protocolo de observación elaborado a partir de las categorías de Pro (2013).

Para el análisis de los proyectos educativos, se ha diseñado una plantilla de dimensiones construida a partir de ítems relacionados con las recomendaciones de los informes internacionales, y de algunos autores de vanguardia en el estudio de las innovaciones en la enseñanza de las ciencias en la actualidad. Entre esos aspectos, que se consideran eficaces para el desarrollo de la alfabetización científica en el alumnado, destacan: 1. Aprendizaje social fuera del centro educativo; 2. Seguimiento por profesorado en el propio IES; 3. Aprendizaje tutorado por científicos profesionales; 4. Aprendizaje basado en el uso de instrumentación y métodos científicos en centros reales de investigación; 5. Aprendizaje duradero en el tiempo durante todo un curso académico; 6. Publicación en inglés de los resultados de la investigación en diferentes formatos (pósteres, artículos, revistas digitales, etc.); 7. Defensa oral en inglés en un Congreso Científico para estudiantes; 8. Reflexión personal de su experiencia mediante la actividad “my own ideas”

### **Procedimiento**

Para el análisis de la presencia de contenidos procedimentales y actitudinales en los documentos legislativos de la muestra se ha procedido a una revisión de los mismos para identificar aquellos términos que, por coincidencia o similitud, se ajustan a los de la categorización presentada por Pro (2013). Por tanto, no existe una unidad mínima de análisis como tal. De ahí se extrae el número de contenidos de cada asignatura en las sucesivas legislaciones, del que finalmente se calcula el porcentaje en función del total de contenidos.

En lo que respecta a las iniciativas de alfabetización científica, se han analizado en función de los ítems presentados en el apartado anterior. Para ello se han estudiado las características de cada proyecto, descritas en su web, identificado la presencia de aquellas que se asemejan a dichos ítems.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

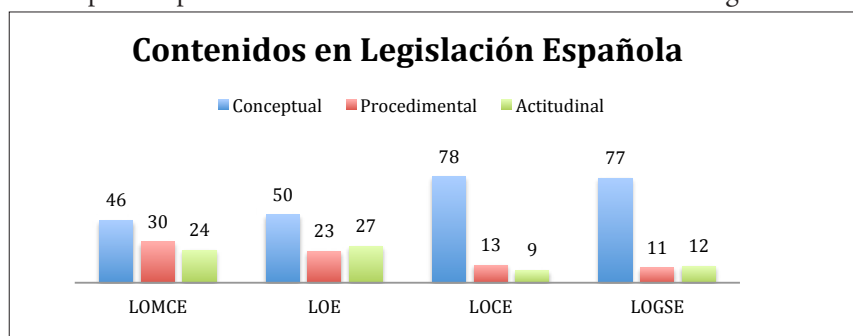
En la Tabla 1 se muestra la proporción de contenidos procedimentales y actitudinales en las distintas materias de disciplinas científicas de las leyes educativas españolas de las últimas décadas.

Tabla 1.  
Proporción de contenidos procedimentales/actitudinales de disciplinas científicas.

LEY	4º ESO					1º Bachillerato				
	F	B	T	C	A	F	B	C	N	T
LOMCE	35 / 20	34/ 22	45 / 21	33 / 44	45/ 55	32/ 8	22/ 17	26 / 31	25/ 21	26/ 13
LOE	22/ 28	28 / 25	36/ 21			25 / 30	18/ 10	25 / 42		
LOCE No entra en vigor	14 / 15	8/ 8	54 / 29			15/ 4	14/ 8			
LOGSE	13/ 13	13 / 13	27/ 7			8 / 11	11/ 11			
L.G.E	No se contemplan contenidos procedimentales ni actitudinales									

(\*) Código de las celdas: procedimentales / actitudinales (porcentaje en relación al total de contenidos). F: Física y Química, B: Biología y Geología, T: Tecnología, C: Cultura Científica, A: Ciencias Aplicadas, N: Anatomía

Tabla 2.  
Proporción de contenidos  
conceptuales/procedimentales/actitudinales en las diferentes legislaciones.



Un análisis general de cada legislación muestra una disminución importante en contenidos puramente conceptuales con el paso del tiempo, pasando de un elevado 77% en LOGSE a un moderado 46% en LOMCE. Esa diferencia se va traduciendo en un aumento en contenidos procedimentales y actitudinales, pasando del 11% al 30% y del 12% al 24% respectivamente, de LOGSE a LOMCE (Tabla 2).

En relación con las iniciativas internacionales de alfabetización científica, en la Tabla 3, se muestran los resultados de aplicar el instrumento de análisis de la muestra.

Tabla 3.  
Proyectos a nivel internacional relacionados  
con la mejora de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

País	Nombre	Edad	1	2	3	4	5	6	7	8
UK	Fascinate	6-11	√							
UK	STEMnet	4-18	√							
UK	British Science Association	4-18	√							
EU	Science on Stage	4-18	√							
USA-NY	Science Career	16-25	√	√						
USA-Australia	ARiC	12-18	√	√						
España	Ciencia Acción	8-18	√	√						
España	Profundiza	8-16	√	√						
España	El CSIC en la Escuela	6-14	√		√					
España	CampusVerano FECYT	14-18	√	√	√	√				
España	ScienceIES	14-17	√	√	√	√	√	√	√	√

Como se puede observar, de entre los proyectos educativos analizados destaca el ScienceIES, por cubrir todos los ítems analizados, que se consideran adecuados para promover el tratamiento de contenidos procedimentales y actitudinales. De singular importancia es la actividad de “my own ideas”, en la que los participantes (estudiantes de ESO y Bachillerato) describen y reflexionan sobre su propia investigación y sus experiencias académicas y personales dentro del propio proyecto educativo (Pérez-Cáceres, F.J., 2014; Alché, J.D et al., 2015).

## CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las principales conclusiones que se pueden extraer de este estudio son las siguientes:

- Las diferentes leyes educativas españolas son deficitarias en la incorporación de contenidos procedimentales y especialmente actitudinales.
- Existen escasos proyectos educativos que se realicen en contextos reales de investigación, tutorados por científicos profesionales.
- La metodología del proyecto educativo ScienceIES pone en práctica muchos de los procesos que esconden los informes y teorías educativas más relevantes en la actualidad, cubriendo todos los procedimientos y actitudes de Pro (2013).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCHÉ, J. D., ESPINOSA, M., MARTÍNEZ-ABARCA, F., PALMA, J. M. (2015). High School Students for Agricultural Science Research. V. Ed. *Estación Experimental del Zaidín*, Granada. 69 pp. ISSN 2340-9746.
- BIESTA, G.J.J. (2009). Good Education in an Age of Measurement. *Boulder, CO*: Paradigm Publisher.

- BISHOP, J. D. (1989). "Scientific Illiteracy: Causes, Costs, and Cures". In A.B. champagne, B.E. Lovitts and B.J. Callinger (eds) *This Year in School Science 1989*. Scientific Literacy, American association for the Advancement of Science, Washington, DC, pp. 41-88.
- BYBEE, R. W. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. En L. B. Flick y N. G. Lederman (eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 1-12). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- COSCE. 2011. Informe ENCIENDE: *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar por edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.
- DEWEY, J. (1916). *Democracy and Education*. New York: The free Press.
- ILLERIS, K. (2007). *Contemporary Theories of Learning: in their own words*. London/New York: Routledge.
- INNOVACIONES EDUCATIVAS TOP100. *100 Proyectos eficaces para fomentar las vocaciones científico-tecnológicas*. Fundación Telefónica.
- JARVIS, P. (2006). *Towards a Comprehensive Theory of Human Learning*. London: Routledge.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2011). Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias. Ponencia plenaria de los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela: APICE. Disponible en línea en: <http://www.apicedce.com/sites/default/files/XXV%20EDCE.pdf> (Consulta: 16/09/16).
- MATTHEWS, M. R (Routledge). 2015. *Science Teaching. The contribution of history and philosophy of science*. Editorial: Ciudad.
- MCLAUGHLIN, Ch.; BROOB, J.; MACFADDENA, B. y MORANA, S. (2015). Not Looking a Gift Horse in the Mouth: Exploring the Merits of a Student–Teacher–Scientist Partnership. *Journal of Biological Education*.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2013). *Next generation science standards. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: National Academies Press.
- NUFFIELD. 2008. Informe NUFFIELD: *Science education in Europe: Critical Reflections*. Nuffield Foundation. King's College. London.
- PÉREZ-CÁCERES, F.J. (2014). PIIISA: Project to introduce research and innovation into secondary schools in Andalucía. The young science in search of the future...or viceversa. En A. Romero, T. Ramiro y M.P. Bermúdez (coords.). *Actas del II Congreso Internacional de Ciencias de la Educación y del Desarrollo*, 468. Universidad de Granada.
- PRO, A. (2013). Enseñar procedimientos: por qué y para qué. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 73.
- ROCARD. 2007. Informe ROCARD: *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Communities. Belgium.
- WEICK, K.E., SUTCLIFFE, K. M., OBSTFELD, D. (2005). Organizing and Process of Sensemaking. *Organization Science*, Vol. 16, No. 4, pp. 409-421.
- WENGER, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning and identity*. Cambridge, MA; Harvard University Press.